



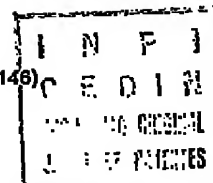
(51) Int Cl⁵:
G01S 5/02

(11) (21) **PI 9101270 A**

(22) Data de Depósito: 25/03/91

(43) Data de Publicação: 17/11/92 (RPI 1146)

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério da Justiça
Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(54) Título: Sistema e processo de posicionamento geográfico e navegação

(71) Depositante(s): Pierre Kaufmann (BR/SP)

(72) Inventor(es): Pierre Kaufmann

(57) Resumo: Patente de invenção determinando de forma autônoma o posicionamento geográfico de um ponto fixo ou móvel de coordenadas desconhecidas no solo ou acima dele a partir do súbito aparecimento de um refletor no espaço, constituído preferencialmente por uma trilha de meteoro na atmosfera superior da Terra.

Rádios transmissores e receptores são adequadamente instalados em três bases fixas de posição conhecida na superfície e no ponto com coordenadas a determinar. Detectando-se os sinais de rádio refletidos no espaço são determinadas diferenças de tempo de rádio propagação entre as bases fixas e o ponto de posição desconhecido, constituindo-se um tetraedro de referência cujo vértice é o ponto de reflexão na alta atmosfera terrestre. O invento permite a resolução deste tetraedro e determina de forma unívoca as coordenadas procuradas para o ponto, utilizando apenas medidas de diferenças de tempo, sem necessitar do conhecimento da hora certa. Como as comunicações dos dados podem ser realizadas utilizando os próprios refletos no espaço, o sistema é inteiramente autônomo e independente de qualquer outro referencial ou meio de comunicação.

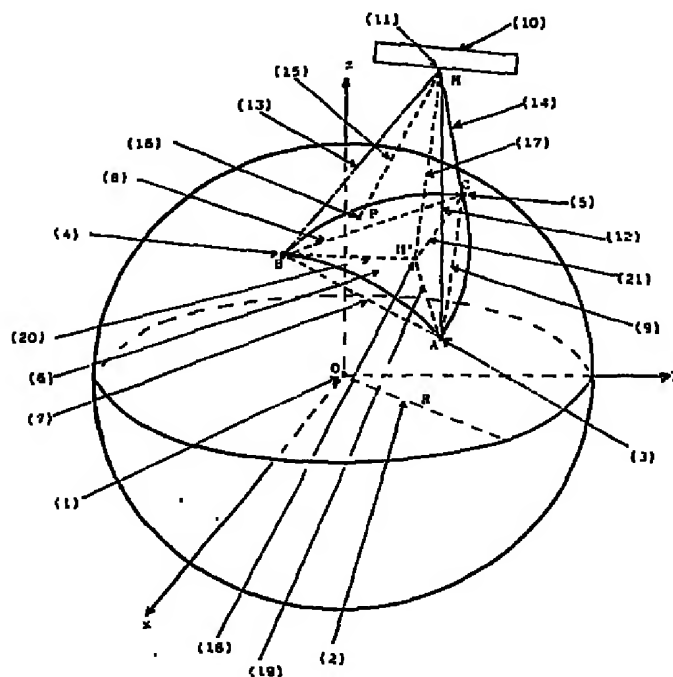


Figura 1

Relatório Descritivo da Patente de Invenção DE "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO".

Refere-se a presente invenção a um sistema de posicionamento distinto de outros sistemas espaciais existentes, por ser inteiramente diferente. O novo sistema é autônomo e prescinde tanto o uso de satélites artificiais, como de referências astronômicas ou de outros referenciais tradicionais.

O problema de determinação de coordenadas geográficas de um ponto na superfície do planeta é clássico e milenar. Ele vem sendo resolvido ao longo dos séculos fazendo uso das tecnologias da época. Neste século a evolução tecnológica foi muito acentuada com a sofisticação dos instrumentos de medida da passagem meridiana dos astros e dos teodolitos e aumento na precisão dos relógios. Para grandes distâncias, quando não se pode fazer contato ou ligação direta visual, ótica ou por rádio o problema fica agravado. Nas últimas décadas foram implantados sistemas de posicionamento geográfico referidos a transmissões em ondas de rádio de muito baixas frequências (VLF: very low frequencies, tipicamente em 10.2 e 13.8 kHz) ou baixas frequências (LF: low frequencies tipicamente em 100 kHz), a partir de transmissores fixos com coordenadas geodésicas bem conhecidas, constituindo os sistemas denominados Omega e Loran-C, respectivamente. Estas redes são muito utilizadas até hoje em todo o planeta para posicionamento aproximado e para navegação terrestre, marítima e aérea, permitindo precisões de 5

29101270

PI9 1 0 1 2 7 0

- 2 -

a 15 km a milhares de quilômetros dos transmissores fixos. Existem muitas referências bibliográficas a respeito, destacando-se os artigos : "The propagation of Low and Very Low Frequency Radiowaves", por T.B. Jones, NATO/AGARD Lecture Series nº 93, USA, p.10-1, 1978; "Omega Navigation System User Guide", por N.F. Herbert, Documento da US Navy, Washington, DC, USA, 1978; e o livro "VLF Rádio Engineering", por A.D. Watt, Pergamon Press, Oxford, Inglaterra, 1967. A precisão dos métodos de posicionamento fazendo uso de radio ondas em VLF e LF são dependentes da hora do dia, da estação do ano, da atividade solar e geomagnética. As determinações têm precisão típica variando de alguns quilômetros até 15 quilômetros. Estes métodos são restritos à localização, necessitando de outros meios de comunicação para transmitir os dados referentes ao posicionamento para os centros que coordenam e/ou monitoram as posições dos usuários.

Na última década, com a utilização de sinais de rádio por satélites artificiais, novos sistemas de posicionamento geográfico vêm sendo implantados, fazendo-se triangulações com posições sucessivas de um satélite ou a partir de constelações de satélites, geoestacionários ou não, que constituem sistemas de referência. O mais recente sistema conhecido como Sistema de Posicionamento Global (GPS: Global Positioning System), norte-americano, é constituído por pelo menos 18 satélites da categoria Navstar, em órbitas com 12 horas de translação. Os posicionadores GPS permitem precisões de locação geodésica de dezenas de metros, até poucos centímetros em aplicações militares. Os posicionadores GPS permitem também o transporte de marcos geodésicos em curto espaço de tempo, com grande precisão. Existe muita literatura técnica descrevendo os sistemas de geoposicionamento e

29101270

- 3 -

PI9101270

navegação fazendo uso de satélites artificiais, podendo-se destacar o livro "Guide to GPS Positioning", editado por D. Wells, Canadian GPS Association, N. Brunswick, Canada, 1987; e os artigos: New Stars of
05 High Seas Navigation" por G. Gibbons, revista GPS World, jan./fev., p.28, 1990 e "GPS-based Tracking System for Topex Orbit Determination", por W.G. Melbourne, SPIE Technical Symposium East., Arlington, VA, USA, maio, 1984. Outro sistema a ser mencionado faz
10 uso de satélites artificiais que refletem emissões laser a partir do solo, de posições bem conhecidas. Este sistema é muito dependente das condições meteorológicas nas bases terrestres.

Os usuários de posicionamento fazendo uso de
15 satélites artificiais dependem do bom funcionamento deles, da frequente atualização das efemérides das órbitas dos satélites, e de referências geodésicas absolutas, que constituem dados usualmente vendidos pelos fabricantes das unidades. As redes de satélites
20 para geoposicionamento são controladas por agências estatais ou grandes empresas, as quais detêm as informações mais críticas, podendo alterar as codificações de bordo em casos de necessidade estratégica por interesse próprio, sem o conhecimento
25 dos usuários comerciais.

Os sistemas de posicionamento fazendo uso de satélites artificiais dependem de segmentos tecnológicos complexos e caros, configurados pelos foguetes lançadores, seus riscos e custos com seguros,
30 os satélites em si, e as estações terrenas para rastreio dos satélites, determinações e atualizações das órbitas, e disseminação dos dados. Para muitas aplicações estes sistemas apresentam custos intrínsecos e de manutenção muito elevados para compensar os
35 objetivos de posicionamento.

99101270

99101270

- 4 -

O novo sistema é bem mais preciso em comparação aos sistemas fazendo uso de rádio emissões em VLF e LF, sendo comparável, em precisão, aos sistemas fazendo uso de satélites. O novo sistema é inteiramente autônomo, realizando tanto a localização como a comunicação e disseminação de dados, sem depender de outros referenciais ou de outros meios de comunicação. O novo sistema é independente de condições geofísicas que podem afetar rádio comunicações, é tecnologicamente bem mais simples em comparação a sistemas utilizando satélites, apresentando expressiva redução nos custos para sua instalação e operação.

E objeto da presente invenção apresentar um sistema de posicionamento, utilizando-se da reflexão de ondas de rádio por refletor passivo no espaço. Esta reflexão pode ocorrer preferivelmente na faixa de frequências do VHF (very high frequencies) de 30 a 100 MHz por trilhas ionizadas de meteoros, que incidem abundantemente na atmosfera do nosso planeta, fenômeno este amplamente descrito por várias pesquisas, e desenvolvimentos técnicos desde a década de 50 (veja, por exemplo, os artigos "Derivation of Meteor Stream Radiants by Radio Reflection Methods", por J.S. Hey e G.S. Stewart, revista Nature, v. 158, p. 481, 1946; "Radio Propagation by Reflection From Meteor Trails", por G.R. Sugar, na revista Proceedings of the IRE, v. 52, p. 116, 1964; e o livro "Cosmic Dust" editado por J.A.M. McDonnell, Wiley, Inglaterra, 1978). A entrada de um meteoróide na atmosfera terrestre produz uma trilha ionizada, a 60-150 km de altitude, e que permanece por uma fração de segundo até segundos de tempo, constituindo-se num excelente espelho de ondas de rádio. Estes eventos são muito frequentes, com incidência mínima típica de 10 por hora em períodos diversos, podendo passar a 30-50 por hora à noite, e

29101270

PI9101270

- 5 -

subindo por mais de 100 por hora nos meses em que são várias as "chuvas" de meteoros.

Por outro lado, a tecnologia de rádio-comunicações intermitentes a longas distâncias através de trilhas de meteoros também foi amplamente dominada, nas décadas de '50 e 60, destacando-se os sistemas desenvolvidos pelos canadenses (veja o artigo "The Principle of JANET: a Meteor Burst Communication System", por P.A. Forsyth e associados, na revista Proceedings of the IRE, v.45, p.1642, 1957) e pelos norte-americanos (veja artigo "A Meteor-burst System for Extended Range VHF Communications", por W.R. Vincent e associados na revista Proceedings of the IRE, v.45, p.1693, 1957). A tecnologia de meteoros para comunicações vem sendo explorada para fins militares e, recentemente, em aplicações comerciais bem sucedidas, envolvendo troca de dados e comunicações com milhares de caminhões simultaneamente (veja artigo editorial por K. Stadden e P. McCullough, na revista Heavy Duty Trucking, jun., p.55, 1989.).

Para alcançar este objetivo utiliza-se de um sistema constituído por três bases fixas de posição geográfica conhecida no solo; um ponto cuja posição geográfica se quer determinar; relógios de precisão instalados nas três bases fixas e no ponto de posição a determinar; um rádio transmissor emitindo continuamente para o espaço numa frequência, instalado na primeira base fixa; receptores sintonizados na mesma frequência de transmissão da primeira base fixa, instalados nas duas outras bases fixas e no ponto com posição a determinar; um outro transmissor instalado na segunda base fixa emitindo continuamente para o espaço numa frequência diferente da frequência do sinal transmitido pela primeira base fixa; um receptor sintonizado na frequência de transmissão da segunda base fixa,

29101270

P19101270

- 6 -

05 instalado na terceira base fixa; um refletor passivo de ondas de rádio no espaço, no qual os rádio sinais transmitidos pela primeira e segunda bases fixas são refletidos; e um subsistema de comunicações da segunda e terceira bases fixas e do ponto com posição a determinar para a primeira base fixa, a partir da qual um processo define e resolve um tetraedro no espaço constituído pelas três bases fixas no solo e vértice no ponto de reflexão das ondas de rádio no espaço, 10 definindo também o segmento unindo o vértice do mesmo tetraedro ao ponto com posição a determinar.

A seguir a invenção será descrita com base às Figuras 1 e 2, em anexo, onde a Figura 1 mostra uma esfera em um sistema de coordenadas retangulares no 15 espaço, xyz , com origem em $O(1)$. As três bases fixas instaladas em posições geodésicas bem definidas, constituem um triângulo por cujos vértices passa uma esfera, centrada na origem do sistema de referência $O(1)$, com raio $R(2)$ igual ao raio de curvatura do 20 planeta na região em que se realizam as determinações, e que tem sua equação determinada. As fórmulas utilizadas para os procedimentos seguintes são conhecidas e encontradas em livros-textos de geometria, geometria analítica, no plano e no espaço. As três 25 bases fixas $A(3)$, $B(4)$ e $C(5)$, situadas na superfície da esfera, têm suas coordenadas bem determinadas no sistema. Os três pontos A , B e C constituem um triângulo esférico sobre a superfície da esfera e um triângulo plano (6), cujos lados $\overline{AB}(7)$, $\overline{BC}(8)$ e $\overline{AC}(9)$ 30 são determinados. A equação do plano que contém o triângulo plano ABC está definida no sistema de coordenadas.

Referindo-se à Figura 1 e com o súbito aparecimento de um refletor no espaço (10), 35 preferivelmente consistindo numa trilha de meteoro na

29101270

19101270

- 7 -

alta atmosfera da Terra, as linhas que ligam o ponto de
reflexão especular $M(11)$, e as três bases fixas no solo
definem os segmentos $\overline{MA}(12)$, $\overline{MB}(13)$, $\overline{MC}(14)$ bem como o
segmento $\overline{MP}(15)$, que é a distância do ponto $P(16)$ na
05 superfície da esfera, cujas coordenadas devem ser
determinadas, ao ponto de reflexão M . Para a resolução
do tetraedro $ABCM$ e determinação do segmento $\overline{MP}(15)$ o
sistema objeto desta invenção concebe a transmissão
contínua de sinal de rádio na frequência f_1 pela base
10 A ; a transmissão contínua de sinal numa outra rádio
frequência f_3 pela base B ; receptores na frequência f_1
nas bases B , C e no ponto P ; receptor na frequência f_3
na base C ; relógios de precisão, preferivelmente igual
ou melhor do que um padrão de tempo a quartzo de boa
15 qualidade, nas três bases A , B , C e no ponto P ; modems,
decodificadores e processadores digitais nas três bases
fixas no solo e no ponto P ; e comunicação dos dados das
bases fixas B e C e do ponto P para a base fixa A ,
preferivelmente através de transmissões intermitentes
20 na frequência f_2 pelas bases B e C e ponto P
engatilhadas pela recepção do sinal contínuo, na
frequência f_1 , refletido em M , mantendo-se um receptor
sintonizado na frequência f_2 na base A . Com o sistema
assim concebido, as coordenadas do ponto P são
25 determinadas, tanto para uma posição estacionária como
no caso de objeto ou veículo em movimento. O referido
sistema é inteiramente autônomo, utiliza-se de
refletores esporádicos e frequentes na alta atmosfera,
preferivelmente trilhas de meteoros e aplicando-se,
30 neste caso, a distâncias do ponto P às bases fixas de
até 1200 quilômetros podendo cobrir uma área de até
mais de 1 milhão de metros quadrados, podendo ser
ampliada com a adoção de uma ou mais bases fixas, o que
o torna particularmente atrativo para locação
35 cartográfica ou navegação e controle de posição de

29101270

PI9 1 0 1 2 7 0

- 8 -

objetos ou veículos, em áreas extensas e de difícil acesso, sem requerer suporte de outras formas de comunicação, dispensando satélites artificiais, funcionando em qualquer condição meteorológica e independente de perturbações ionosféricas causadas pela atividade solar.

A Figura 2, em anexo, apresenta um diagrama em blocos simplificados das instalações e funções configuradas pelo sistema. Para realizar o posicionamento geográfico fazendo uso do novo sistema objeto desta invenção procede-se da seguinte forma:

- (1) Referindo-se ao esquema da Figura 2, as quatro bases A(1), B(2), C(3) e o ponto P(4) possuem relógios de precisão, bem sincronizados entre si, cujas saídas digitais são continuamente lidas, designados por RA(5), RB(6), RC(7) e RP(8), respectivamente.
- (2) A base A transmite continuamente na frequência f_1 ; modulada pela hora de seu relógio, RA(5), através de seu transmissor Tf_1 (9).
- (3) Simultaneamente o transmissor Tf_3 (10) da base B emite continuamente na frequência f_3 , modulada pela hora de seu relógio próprio RB(6).
- (4) Surgindo um refletor no espaço (11); preferivelmente uma trilha de meteoro, o sinal na frequência f_1 de A é refletido espalhando-se de tal forma que ele será recebido nas bases B, C e no ponto P. O sinal de rádio na frequência f_3 transmitido por B também é refletido e é recebido na base C.
- (5) As unidades de recepção na frequência f_1 nas bases B: Rf_1 (12), C: Rf_1 (13) e no ponto P: Rf_1 (14), ao detectarem o sinal em f_1 , realizam nos blocos D(15), D(16) e D(17), respectivamente, as seguintes funções: (a) leitura da hora contida no sinal

29101270

PI9 1 0 1 2 7 0

- 9 -

- recebido em f_1 ; (b) leitura da hora de seus próprios relógios no instante da recepção do sinal em f_1 ; (c) tomada da diferença entre os tempos, e sua formatação; (d) armazenamento da informação digital correspondente às diferenças de tempo respectivas.
- (6) Simultaneamente e similarmente a outra unidade receptora, em C: $Rf_3(18)$, ao detectar o sinal de rádio na frequência f_3 , realiza as mesmas funções, descritas em (5), sendo que armazena a informação digital no bloco D(19) correspondendo a diferença de tempo entre a hora contida no sinal recebido na frequência f_3 e sua hora própria, no instante da recepção do sinal em f_3 .
- (7) Transmissão dos dados de diferenças de tempo das bases fixas B e C e do ponto P, para a base fixa A, através dos transmissores $Tf_2(20)$, $Tf_2(21)$ e $Tf_2(22)$, respectivamente, cujas emissões são moduladas pelas informações digitais armazenadas conforme o procedimento (5) para a base fixa B e o ponto P, e os procedimentos (5) e (6) para a base fixa C, sendo estas transmissões preferivelmente engatilhadas pela recepção prévia dos sinais refletidos no espaço na frequência f_1 , e refletidas similarmente no espaço, preferivelmente por trilha de meteoro.
- (8) A base A recebe os três retornos das bases B, C e do ponto P, preferivelmente por reflexão em trilha de meteoro na frequência f_2 , através da unidade de recepção $Rf_2(23)$, decodifica e processa os dados, identificando as bases fixas e o ponto P de origem, e as diferenças de tempo respectivas e realizando os cálculos no bloco PC(24). Sendo conhecida e constante a velocidade de propagação das ondas de rádio no meio, as diferenças de tempo recebidas são

processadas na base A e os segmentos, indicados na Figura 1, $\overline{MA}(12)$, $\overline{MB}(13)$, $\overline{MC}(14)$, bem como $\overline{MP}(15)$ são determinados.

- (9) Constituído o tetraedro mostrado na Figura 1, cujos
5 lados \overline{AB} , \overline{BC} e \overline{AC} são conhecidos e \overline{MA} , \overline{MB} e \overline{MC}
foram determinados pelo procedimento (8), o seu
volume é calculado por geometria. Este volume é
também determinado como sendo igual a um terço do
produto da área da sua base, constituída pelo
0 triângulo plano ABC, pela sua altura, representada
pelo segmento $\overline{MM'}$ (17). Como a área da base ABC do
tetraedro é conhecida, o tamanho do segmento $\overline{MM'}$ é
determinado. Este segmento $\overline{MM'}$ é ortogonal ao plano
que contém o triângulo plano ABC.
- 5 10) As coordenadas retangulares no espaço do ponto
M'(18), na Figura 1, situado no plano que contém os
pontos A, B e C, são determinadas pela intersecção
das retas que passam pelos pontos A, B e C, no
plano que contém os três pontos, conhecendo-se os
0 comprimentos os segmentos $\overline{AM'}$ (19), $\overline{BM'}$ (20) e
 $\overline{CM'}$ (21) os quais são obtidos através da solução dos
triângulos planos $AM'M$, $BM'M$ e $CM'M$
respectivamente, todos eles retângulos em M'.
- (11) As coordenadas retangulares no espaço do ponto M,
5 na Figura 1, são determinadas a partir da equação
da reta passando pelo ponto M', de coordenadas já
definidas no procedimento (10), ortogonal ao plano
conhecido que contém os pontos A, B e C, e cujo
comprimento $\overline{MM'}$ foi calculado.
- 0 (12) A reta no espaço que passa pelo ponto M, cujas
coordenadas foram calculadas no procedimento (11),
com comprimento \overline{MP} determinado pelo sistema
apresentado, intercepta a esfera de raio R,
centrada e O, em um só ponto P, e define
5 unívocamente suas coordenadas retangulares no

29101270

PI9 1 0 1 2 7 0

- 11 -

espaço, e que são exibidas pelo bloco CD(25) mostrado na Figura 2.

Os procedimentos geométricos e algébricos aqui descritos, podem ser desenvolvidos com o uso de qualquer outro sistema de coordenadas, e com a adoção da equação que melhor se aproxime da forma geoidal da Terra com o mesmo resultado final. As coordenadas retangulares utilizadas neste relatório podem ser convertidas em coordenadas esféricas com leituras em latitude e longitude, muito utilizadas na prática, através de métodos bem conhecidos.

As funções descritas nos procedimentos (4), (5) e (6) são realizadas em tempo muito rápido e muito menor do que a duração típica da grande maioria de trilhas de meteoros e que é de 100 milisegundos. Assim as funções dos procedimentos podem ser realizadas fazendo uso de uma mesma trilha de meteoro. No caso de trilhas suficientemente duradouras, a mesma trilha poderá ser usada também para o procedimento (7).

Dependendo do local e ângulo de posição do refletor no espaço, o ponto P poderá estar tanto dentro como fora do triângulo esférico ABC, na Figura 1, porém a uma distância estabelecida pela condição de visibilidade do refletor no espaço pelas bases fixas e pelo ponto de coordenadas a determinar. No caso da reflexão por trilha de meteoros, estas ocorrem a altitudes situadas de 60 a 120 km acima da superfície e, neste caso, os limites de distância são de, no máximo, da ordem de 1200 km do ponto mais distante, A, B ou C, podendo cobrir uma superfície de até cerca de 1 milhão de quilômetros quadrados para posicionamento geográfico. Esta superfície pode ser ampliada acrescentando-se uma ou mais bases fixas. Pela configuração preferida do sistema de posicionamento apresentado e a distribuição dos transmissores e

29101270

P19101270

- 12 -

receptores, o processamento final dos dados é feita na base A. No entanto tal processamento poderia ser em B, C ou até mesmo em P. Na configuração descrita anteriormente o usuário em P poderá conhecer sua
05 posição. Para isso na transmissão de A em f_1 devem ser acrescentados os dados correspondentes endereçados a P.

A precisão das determinações de posicionamento geográfico fazendo uso do novo sistema pode ser elevada. Estimativas indicam ser possível a obtenção de
10 precisões da ordem de um metro e inferior a dezenas de metros, dependendo da precisão dos relógios utilizados, na separação em rádio-frequência dos sinais contínuos transmitidos pelas bases fixas A e B, do conhecimento do raio de curvatura da Terra na região em que se
15 realizam as medidas e, principalmente, da altitude do local de medida. Como se constata, as precisões obtidas com o sistema apresentado são comparáveis com a maioria dos sistemas comerciais fazendo uso de satélites artificiais. As precisões obtidas nas determinações de
20 posição geográfica fazendo uso do referido sistema e processo poderão ainda ser sensivelmente melhoradas com a adoção de um número maior de observações do mesmo ponto.

O ponto P, cujas coordenadas devem ser
25 determinadas fazendo uso do sistema aqui referido, pode estar tanto no solo como no espaço, acima do solo. Neste caso a sua altitude deve ser conhecida, acrescentando-se esta grandeza ao raio de curvatura na região em que é feita a determinação. Uma outra esfera, maior e concêntrica àquela indicada na Figura 1, é
30 definida, e as coordenadas do ponto P serão similarmemente determinadas pelo ponto de intersecção da reta que contem o segmento \overline{MP} e o ponto M com a nova esfera, de raio igual a R mais a altitude.

35 Outras grandezas podem ser calculadas por

29101270

PI9101270

- 13 -

geometria em consequência destas determinações, destacando-se a altura do refletor no espaço com relação a superfície na direção do centro da Terra.

Os transmissores, receptores, modems, relógios, processadores digitais e "softwares" necessários constituem tecnologias existentes no mercado, e não são objeto de reivindicação. E relevante informar que a tecnologia moderna de comunicações por meteoros permite atender centenas a milhares de usuários, simultaneamente, de tal forma que o sistema inovador objeto desta invenção tem aplicações na determinação de posições de grande número de pontos, bem como no monitoramento remoto de posições e deslocamentos de objetos ou de veículos tais como caminhões, ônibus, trens, navios, aviões, balões e outros circulando em grandes áreas. O novo sistema é igualmente aplicado a serviços de busca, salvamento e de segurança.

Outras mensagens podem ser acrescentadas nas transmissões para as bases fixas e para os pontos com coordenadas a determinar, e destas para a base fixa onde é feito o processamento, além dos dados necessários ao procedimento descrito. Estas poderão incluir os códigos das bases e dos pontos, coordenadas já determinadas, interrogações e respostas às bases fixas, aos usuários nos pontos ou à base fixa de processamento, e instruções de forma geral, utilizando a mesma trilha ou outras trilhas subsequentes de meteoros.

Outros refletores passivos na atmosfera ou no espaço, podem também ser concebidos para a aplicação alternativa do novo sistema, tanto naturais, tais como outras inhomogeneidades atmosféricas e ionosféricas, como artificiais, tais como aviões voando a grande altitude, reflexão em balões estratosféricos ou mesmo

29101270

PI9101270

- 14 -

em satélites artificiais, sem que seja necessário o conhecimento prévio de sua posição no espaço. Nestes casos outras faixas de frequências eletromagnéticas podem ser utilizadas nas transmissões, tanto em rádio, 05 como no infravermelho ou no visível, envolvendo as respectivas tecnologias de comunicação. A transmissão dos dados de diferença de tempo de propagação e de outras mensagens, da segunda e terceira bases fixas B e C e do ponto P com posição a determinar, para a 10 primeira base fixa e vice-versa, pode também utilizar outros meios alternativos mais convencionais, via satélite ou na superfície, limitando, neste caso, a autonomia do sistema como um todo.

Tendo em vista a simplicidade conceitual do novo 15 sistema, a tecnologia necessária relativamente simples e a sua autonomia, sua aplicação representa expressiva redução dos custos tanto das necessidades técnicas como dos serviços a serem prestados em comparação a outros sistemas de posicionamento geográfico remoto, a grandes 20 distâncias, fazendo uso de satélites artificiais tanto para localização como para comunicação de dados, bem como em comparação a sistemas usando ondas VLF ou LF, os quais, além de serem bem menos precisos, ainda requerem outros meios para comunicação dos dados.

39101270

PI9 1 0 1 2 7 0

- 1 -

REINVIDICAÇÕES

- (1) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", destinado aos setores de cartografia, navegação e posicionamento remoto de
- 05 objetos móveis, consistindo em um sistema que utiliza um refletor passivo de ondas de rádio no espaço e caracterizado por:
- (a) três bases fixas de posição geográfica conhecida no solo;
 - 10 (b) um ponto cuja posição geográfica se quer determinar;
 - (c) relógios de precisão instalados nas três bases fixas e no ponto de posição a determinar;
 - (d) um rádio transmissor emitindo continuamente para o
 - 15 espaço numa frequência, instalado na primeira base fixa;
 - (e) receptores sintonizados na mesma frequência de transmissão da primeira base fixa, instalados nas duas outras bases fixas e no ponto com posição a
 - 20 determinar;
 - (f) um outro transmissor instalado na segunda base fixa emitindo continuamente para o espaço numa frequência diferente da frequência do sinal transmitido pela primeira base fixa;
 - 25 (g) um receptor sintonizado na frequência de transmissão da segunda base fixa, instalado na terceira base fixa;
 - (h) um refletor passivo de ondas de rádio no espaço, no qual os rádio sinais transmitidos pela primeira e

29101270

- 2 -

P19101270

segunda bases fixas são refletidos;

- (i) um subsistema de comunicações da segunda e terceira bases fixas e do ponto com posição a determinar para a primeira base fixa.
- 05 (j) definição de um tetraedro no espaço constituído pelas três bases fixas no solo e vértice no ponto de reflexão das ondas de rádio no espaço, bem como definição do segmento unindo o vértice do mesmo tetraedro ao ponto com posição a determinar.
- 10 (2) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com a reivindicação um, utilizando um processo de ativação e operação caracterizado por:
- (a) sincronização dos tempos dos relógios nas três
- 15 bases fixas e no ponto com posição a determinar;
- (b) transmissão do sinal de tempo da primeira base fixa modulando a rádio frequência continuamente por esta base numa frequência determinada;
- 20 (c) transmissão do sinal de tempo da segunda base fixa modulando a rádio frequência emitida continuamente por esta base, numa frequência distinta da frequência transmitida pela primeira base fixa;
- (d) súbita recepção, na segunda e terceira bases fixas
- 25 e no ponto com posição a determinar, do sinal emitido pela primeira base fixa, após sua reflexão por um refletor no espaço, e leitura, no instante de recepção, da informação de hora, oriunda da primeira base fixa, modulada na rádio frequência
- 30 portadora da primeira base fixa;
- (e) leitura da hora local na segunda e terceira bases fixas e no ponto com posição a determinar, no instante da recepção do sinal transmitido pela primeira base fixa;
- 35 (f) súbita recepção na terceira base fixa do sinal

99101270

PI9101270

- 3 -

emitido pela segunda base fixa, por reflexão pelo refletor mencionado no procedimento (d) desta reinvidicação, e leitura, no instante da recepção, da informação de hora, oriunda da segunda base fixa, modulada na rádio frequência portadora da segunda base fixa;

(g) determinação das diferenças de tempo entre o instante de transmissão dos sinais de rádio pela primeira base fixa e os instantes de recepção na segunda e terceira bases fixas e no ponto com posição a determinar, bem como da diferença de tempo entre o instante de transmissão dos sinais de rádio pela segunda base fixa e o instante de recepção destes sinais pela terceira base fixa;

(h) transmissão dos dados correspondentes às diferenças de tempo pelas segunda e terceira bases fixas e pelo ponto com posição a determinar para a primeira base fixa, utilizando um subsistema de comunicações de acordo com o item (i) da reinvidicação um;

(i) recepção na primeira base fixa dos sinais de rádio das duas outras bases fixas e do ponto com posição a determinar, sua decodificação e processamento, determinando os três lados do tetraedro unindo as três bases fixas ao ponto de reflexão dos sinais de rádio no espaço, bem como o tamanho do segmento unindo o ponto com posição a determinar e o ponto de reflexão dos sinais de rádio no espaço, a partir das diferenças de tempo de propagação das ondas de rádio estabelecidas no procedimento (g) desta reinvidicação;

(3) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reinvidicações (1) e (2) caracterizada por resolver o tetraedro constituído fazendo uso de técnicas de gemometria convencional, cuja base plana é constituída

99101270

PI9101270

- 4 -

05 pelas três bases fixas situadas na superfície do volume com raio de curvatura igual ao raio da Terra na região em que se realizou a medida, definindo, em um sistema qualquer de coordenadas no espaço, as coordenadas do ponto cuja posição se desejava determinar sobre a superfície do volume com raio igual ao raio de curvatura do planeta mais a altitude do ponto, de forma unívoca.

10 (4) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reivindicações (1), (2) e (3), caracterizada por utilizar refletor passivo de ondas de rádio no espaço para localização geográfica de forma autônoma e independente de outros referenciais para
15 posicionamento.

(5) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reivindicações (1), (2) e (3), caracterizada por:

20 (a) determinar a posição de pontos tanto na superfície como acima dela, conhecidas apenas suas altitudes;

(b) funcionar determinando apenas diferenças de tempo sem necessidade do conhecimento absoluto da hora certa.

25 (6) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reivindicações (1), (2) e (3), caracterizada por prever a adoção de número de bases fixas maior do que três, ampliando as distâncias e superfícies nas quais são
30 realizadas as determinações de posições geográficas.

(7) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reivindicações (1) e (2), caracterizada por utilizar trilha de meteoro como refletor passivo de ondas de
35 rádio no espaço.

29101270

PI9101270

- 5 -

(8) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reinvidicações (1), (2), (3) e (7), caracterizada por determinar posições geográficas ao longo de distâncias
05 de até 1200 quilômetros, cobrindo superfícies de até a ordem de um milhão de quilômetros quadrados.

(9) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reinvidicações (1), (2), (3) e (7), caracterizada por
10 permitir atualização das coordenadas determinadas várias vezes por hora.

(10) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reinvidicações (1), (2) e (3), caracterizada por poder
15 atender a grande número de pontos com posição a determinar, simultaneamente, estejam eles fixos ou em deslocamento.

(11) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reinvidicações (1), (2), (3) e (7), caracterizada por
20 ser independente de perturbações geofísicas na atmosfera.

(12) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reinvidicações (1), (2) e (3), caracterizada por
25 utilizar subsistema de comunicações fazendo uso de refletor passivo de ondas de rádio no espaço para comunicação de dados necessários para determinação geográfica, independente de outros meios de
30 comunicação.

(13) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reinvidicações (1), (2) e (3), caracterizada por
35 facultar o uso alternativo de quaisquer outros meios convencionais de comunicação para a transmissão de

39101270

- 6 -

PI910127n

dados.

05 (14) "SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO", de acordo com as reivindicações (1), (2) e (3), caracterizada por ser aplicado a outros refletores passivos de ondas eletromagnéticas em geral situados no espaço, sem conhecimento prévio de sua localização, sejam eles naturais ou artificiais.

9101270

9101270

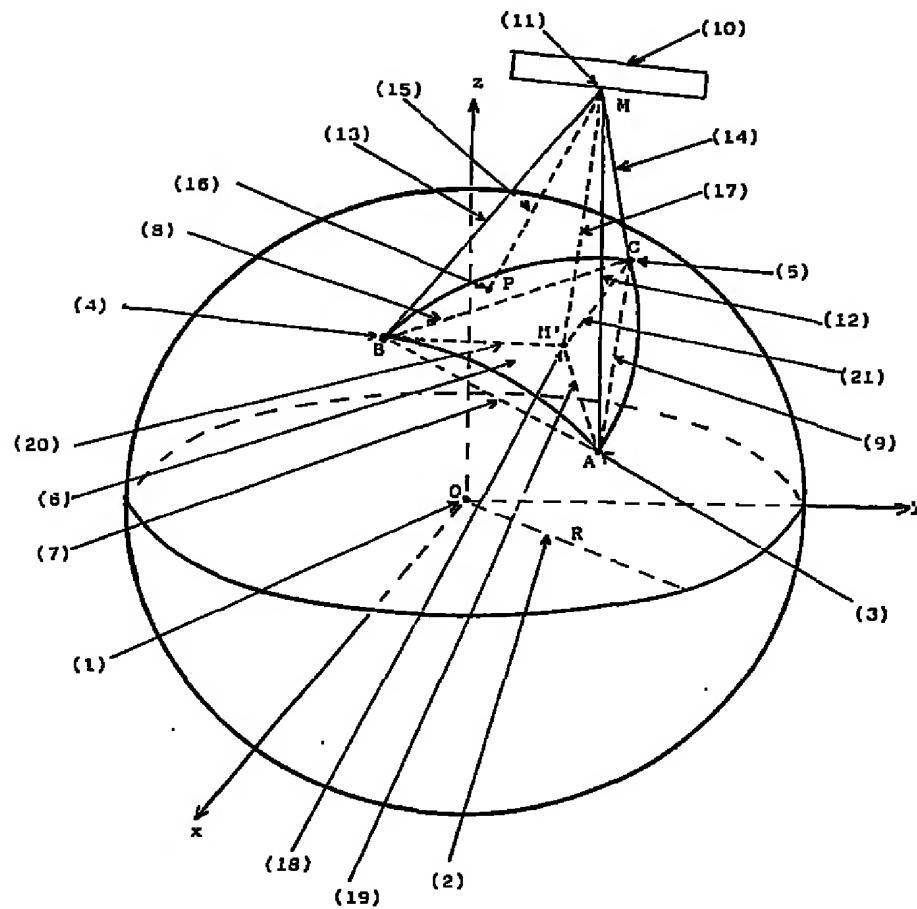


Figura 1

39101270

PI9101270

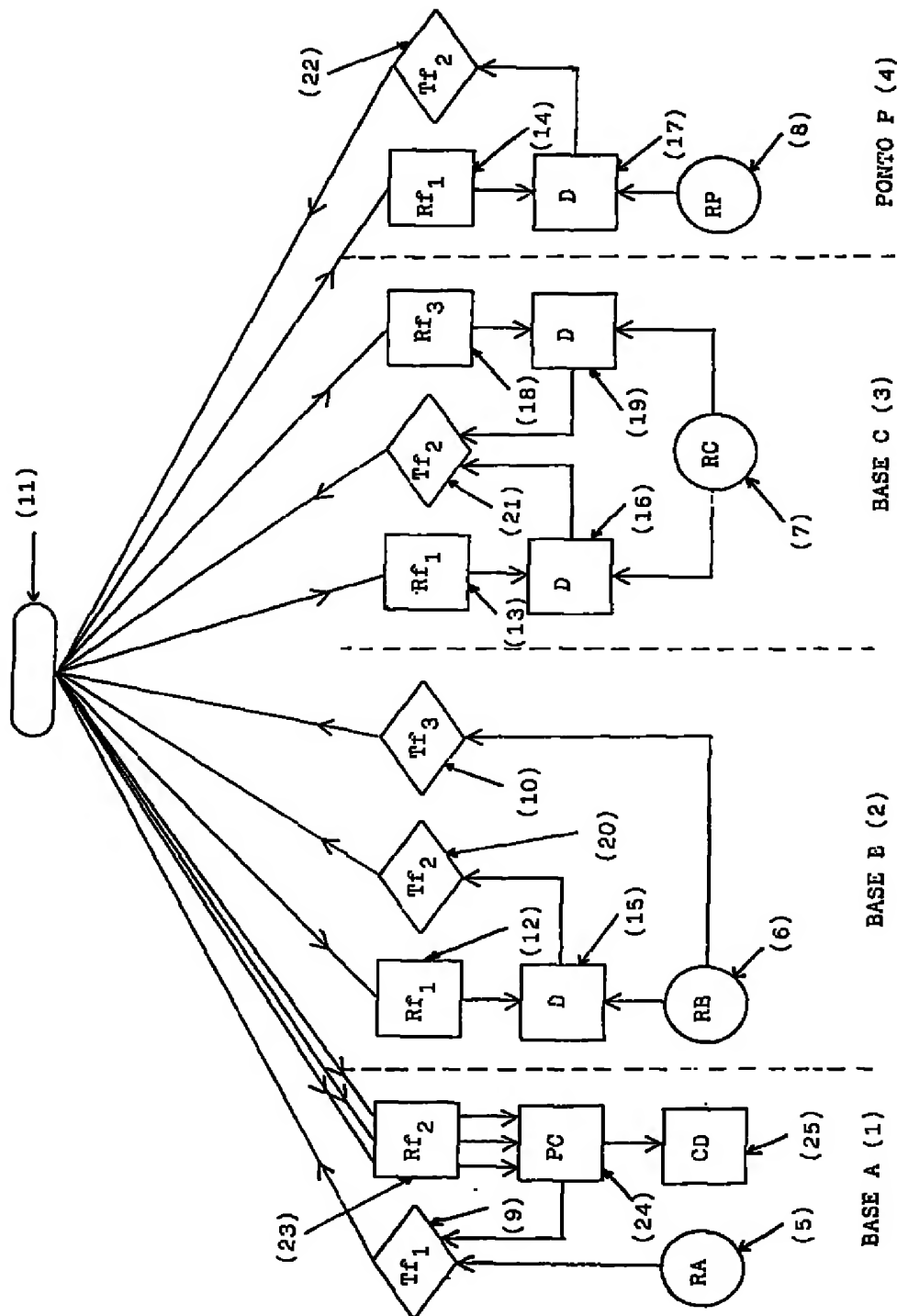


Figura 2

RESUMO DA INVENÇÃO

Patente de invenção - SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E NAVEGAÇÃO.

05 Patente de invenção determinando de forma
autônoma o posicionamento geográfico de um ponto fixo
ou móvel de coordenadas desconhecidas no solo ou acima
dele a partir do súbito aparecimento de um refletor no
espaço, constituído preferencialmente por uma trilha de
meteoro na atmosfera superior da Terra. Rádio
10 transmissores e receptores são adequadamente instalados
em três bases fixas de posição conhecida na superfície
e no ponto com coordenadas a determinar. Detectando-se
os sinais de rádio refletidos no espaço são
determinadas diferenças de tempo de rádio propagação
15 entre as bases fixas e o ponto de posição desconhecido,
constituindo-se um tetraedro de referência cujo vértice
é o ponto de reflexão na alta atmosfera terrestre. O
invento permite a resolução deste tetraedro e determina
de forma unívoca as coordenadas procuradas para o
20 ponto, utilizando apenas medidas de diferenças de
tempo, sem necessitar do conhecimento da hora certa.
Como as comunicações dos dados podem ser realizadas
utilizando os próprios refletores no espaço, o sistema
é inteiramente autônomo e independente de qualquer
25 outro referencial ou meio de comunicação.